

ORD - 1992-03-31

IC - B21B21/00 ; B21C1/22 ; C22F1/18 ; G21C3/06
FS - CPI;GMPI
DC - K05 M21 M29 P51
AB - J04099256 Process comprises applying Pilger tube-reducing to Zr alloy made prim. pipe and recrystallisation annealing, either once or a series of times; and, after final Pilger rolling, stretching at a redn. ratio of 1-15%, followed by strain-redn. annealing.
- The strain annealing is pref. effected prior to the stretching at a redn. ratio of 1-15%. After strain-redn. annealing followed by 1-15% stretching, strain-redn. annealing is applied again. After final Pilger rolling, recrystallisation annealing is applied followed by 1-30% stretching.
- USE/ADVANTAGE - Provides Zr pipes for use as sheaths of nuclear reactor fuels, partic. improved in resistance against stress corrosion cracking. (Dwg.0/0)

4/4 - (C) WPI / DERWENT

AN - 1992-157189 [19]

AP - JP19900212641 19900810

PR - JP19900212641 19900810

TI - Mfg. zirconium alloy sheath pipe with stress cracking resistance - by Pilger tube rolling of zirconium alloy and stretching to specific area redn.

IW - MANUFACTURE ZIRCONIUM ALLOY SHEATH PIPE STRESS CRACK RESISTANCE PILGER TUBE ROLL ZIRCONIUM ALLOY STRETCH SPECIFIC AREA REDUCE

PA - (MITV) MITSUBISHI MATERIALS CORP

PN - JP4099255 A 19920331 DW199219 004pp

ORD - 1992-03-31

IC - B21B21/00 ; B21C1/22 ; C22F1/18 ; G21C3/06

FS - CPI;GMPI;EPI

DC - K05 M21 M26 M28 P51 X14

AB - J04099255 Mfr. comprises applying Pilger tube-reducing to Zr alloy made prim. pipe and recrystallisation annealing, opt. several times; and, after effecting the final Pilger rolling, effecting strain reducing annealing to obtain the Zr alloy pipe, wherein, after the Pilger rolling, a stretching process at an area redn. ratio of 1-15% is applied; followed by recrystallisation annealing.
- USE/ADVANTAGE - Provides Zr pipes for use as sheaths of nuclear reactor fuels, partic. improved in resistance against SCC.
- In an example, an extruded Zr alloy pipe contg. 1.5 wt.% Sn, 0.2 wt.% Fe, 0.1 wt.% Cr, and balance Zr, having an outer dia. of 3.4 inch and a thickness of 0.6 inch, was subjected to a first Pilger rolling, followed by stretching to a redn. ratio of 9.9%, and then recrystallised. The Pilger rolling followed by recrystallisation was repeated twice more, to obtain a Zr pipe having excellent resistance against SCC. (Dwg.0/0)

Search statement 6

?

This Page Blank (except)

⑫ 公開特許公報(A)

平4-99255

⑤ Int. Cl. 5

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)3月31日

C 22 F 1/18
B 21 B 21/00
B 21 C 1/22
G 21 C 3/06

E 8015-4K
8617-4E
7217-4E

7156-2G G 21 C 3/06

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭ 発明の名称 耐応力腐食割れ性に優れたジルコニウム合金被覆管の製造法

⑮ 特 願 平2-212641

⑯ 出 願 平2(1990)8月10日

⑰ 発 明 者 前 義 治 埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱金属株式会社中央研究所内
⑰ 発 明 者 磯 部 毅 埼玉県大宮市北袋町1-297 三菱金属株式会社中央研究所内
⑰ 出 願 人 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区大手町1丁目6番1号
⑰ 代 理 人 弁理士 富田 和夫 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

耐応力腐食割れ性に優れたジルコニウム
合金被覆管の製造法

2. 特許請求の範囲

(1) ジルコニウム合金素管に、ビルガー圧延および再結晶焼鈍をそれぞれ1回または複数回繰返し施したのち、最終ビルガー圧延および歪取り焼鈍することによりジルコニウム合金被覆管を製造する工程において、

上記ビルガー圧延に続いて外径減少率：1～15%の引張り加工を施したのち再結晶焼鈍する工程を少なくとも1回含む

ことを特徴とする耐応力腐食割れ性に優れたジルコニウム合金被覆管の製造法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

この発明は、原子炉燃料の被覆管として用いた場合に、優れた耐応力腐食割れ性を示すジルコニウム（以下、Zrで示す。）合金被覆管の製造法に関するものである。

〔従来の技術〕

一般に、原子炉燃料の被覆管としてZr合金被覆管が用いられることはよく知られている。上記Zr合金被覆管を製造するためのZr合金は、JIS規格のH4751に規定されているジルカロイ2またはジルカロイ4が用いられ、そのなかでも加圧水型原子炉の燃料用Zr合金被覆管としては特にジルカロイ4が用いられている。

上記Zr合金被覆管は、押出し成形して得られた肉厚のZr合金素管をビルガー圧延および再結晶焼鈍をそれぞれ1回または複数回繰返し施したのち、最終ビルガー圧延および歪取り焼鈍することにより製造され、上記ビルガー圧延は冷間圧延で行われ、上記再結晶焼鈍は真空雰囲気中、温度530～760℃で行われ、最後の歪取り焼鈍は430～490℃で行われる。

このようにして得られたZr合金被覆管には、原子炉燃料ペレットが充填され、原子炉燃料集合体に組立てられ、炉心に挿入されて使用される〔これらの点については、社団法人、日本金属学会編「改訂5版 金属便覧」平成2年3月31日、丸善株式会社発行、812～815参照〕。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかし、最近、電力供給源として原子力発電の比重が高まるにつれて原子力発電の高効率化が求められ、原子炉燃料集合体の炉内滞在時間の長期化、原子炉燃料の高燃焼度化、および原子炉の負荷追従運転等が実施され、それに伴って、原子炉燃料ペレットとZr合金被覆管との相互作用による被覆管の応力腐食割れを起す可能性が高くなるなどの課題があった。

〔課題を解決するための手段〕

そこで、本発明者らは、かかる課題を解決し、従来よりもさらに耐応力腐食割れ性に優れたZr合金被覆管を製造すべく研究を行った結果、

上記ビルガー圧延および再結晶焼鈍をそれぞれ

1回または複数回繰返すZr合金被覆管の製造工程において、上記ビルガー圧延に続いて外径減少率：1～15%の引張り加工を施したのち再結晶焼鈍する工程を少なくとも1回含むことにより従来よりもさらに耐応力腐食割れ性に優れたZr合金被覆管を得ることができるという知見を得たのである。

この発明は、かかる知見に基づいて成されたものであって、

Zr合金素管に、ビルガー圧延および再結晶焼鈍をそれぞれ1回または複数回繰返し施したのち、最終ビルガー圧延および歪取り焼鈍することによりZr合金被覆管を製造する工程において、上記ビルガー圧延に続いて外径減少率：1～15%の引張り加工を施したのち再結晶焼鈍する工程を少なくとも1回含む、耐応力腐食割れ性に優れたZr合金被覆管の製造法に特徴を有するものである。

この発明の耐応力腐食割れ性に優れたZr合金被覆管の製造法において、上記引張り加工による外径減少率を1～15%に限定した理由は、外径減

少率が1%未満では耐応力腐食割れ性向上に効果がなく、一方、外径減少率が15%を越えると局部変形を起こすので好ましくないことによるものである。

〔実施例〕

つぎに、この発明を、実施例にもとづいて具体的に説明する。

外径：3.4インチ（86.4mm）、肉厚：0.6インチ（15.2mm）の寸法を有し、

Sn：1.5重量%、Fe：0.2重量%、

Cr：0.1重量%、

を含有し、残りがZrおよび不可避不純物からなる組成のZr合金押し出し素管を用意した。

実施例1～4および比較例1～2

上記押し出し素管を第1ビルガー圧延し、続いて第1表に示される外径減少率となるように引張り加工したのち、真空雰囲気中で第1再結晶焼鈍を施し、ついで、第2ビルガー圧延および真空雰囲気中で第2再結晶焼鈍、並びに第3ビルガー圧延および真空雰囲気中で第3再結晶焼鈍を施したの

ち、最終ビルガー圧延および真空雰囲気中で歪取り焼鈍を施すことにより外径：0.374インチ（9.5mm）、肉厚：0.022インチ（0.57mm）の寸法を有する実施例1～4および比較例1～2のZr合金被覆管を製造した。

実施例5～8および比較例3～4

上記押し出し素管を第1ビルガー圧延したのち、真空雰囲気中で第1再結晶焼鈍して外径：2.5インチ（63.5mm）、肉厚：0.43インチ（10.9mm）の寸法を有する中間素管を製造し、この中間素管を第2ビルガー圧延し、続いて第2表に示される外径減少率となるように引張り加工したのち、真空雰囲気中で第2再結晶焼鈍し、さらに第3ビルガー圧延および真空雰囲気中で第3再結晶焼鈍を施したのち、最終ビルガー圧延および真空雰囲気中で歪取り焼鈍することにより外径：0.374インチ（9.5mm）、肉厚：0.022インチ（0.57mm）の寸法を有する実施例5～8および比較例3～4のZr合金被覆管を製造した。

従 来 例

上記押出し素管を、先ず第1ビルガー圧延したのち真空雰囲気中の第1再結晶焼鈍を施し、さらにビルガー圧延および真空雰囲気中で再結晶焼鈍をそれぞれ2回づつ施したのち、最終ビルガー圧延および真空雰囲気中で歪取り焼鈍することにより、外径:0.374インチ(9.5mm)、肉厚:0.022インチ(0.57mm)の寸法を有する従来例のZr合金被覆管を製造した。

上記実施例1～8、比較例1～4および従来例の製造工程を第1表に示す。第1表に示された上記実施例1～8、比較例1～4および従来例の製造方法で作製されたZr合金被覆管を360℃に保持し、腐食性ガスとしてヨウ素ガスを濃度:6.0g/ccとなるように充填し、さらにアルゴンガスにより内側から応力:28.1kg/mm²で加圧した状態に保持し、破損に至るまでの時間を測定する耐力腐食割れ試験を実施し、それらの測定結果をそれぞれ第1表に示した。

第1表に示される結果から、実施例1～8の

種 別	Zr 合金被覆管の製造工程	引張り加工による Zr 合金管の 外径減少率 (%)	Zr 合金被覆管の応力 腐食割れ試験による破損 までの時間 (hr)
実施例	1	1.5	14.1
	2	4.9	17.8
	3	9.9	19.2
	4	14.3	18.9
比較例	1	0.6※	10.4
	2	17.0※	試料破断のため試験せず
実施例	5	1.7	16.5
	6	5.2	23.2
	7	9.7	27.7
	8	13.9	27.2
比較例	3	0.7※	11.6
	4	16.8※	試料破断のため試験せず
従来例	押出し素管→第1ビルガー圧延→第1再結晶焼鈍→ビルガー圧延→Zr合金被覆管→歪取り焼鈍→最終ビルガー圧延→(繰返し)→再結晶焼鈍	—	10.5

(※印は、この発明の条件から外れた値を示す)

平成 2 年 10 月 26 日

特許庁長官殿

製造方法で作製された Zr 合金被覆管は、いずれも従来例の製造方法で作製された Zr 合金被覆管と比べて、耐応力腐食割れ性が優れており、またこの発明の条件から外れた条件で行われる比較例 1～4 の製造方法で製造された Zr 合金被覆管(第 1 表において、この発明の条件から外れた条件には、※印を付して示した。)は、耐応力腐食割れ性が劣ることがわかる。

〔発明の効果〕

上述のように、この発明によると、最近の原子力発電の効率化による原子炉燃料集合体の炉内滞在時間の長期化、原子炉燃料の高燃焼度化、および原子炉の負荷追従運転等に対して、応力腐食割れを起す可能性が少なく、長期にわたって続けて運転操業できることができる Zr 合金被覆管を提供することができる。

出 願 人 : 三 菱 金 属 株 式 会 社

代 理 人 : 富 田 和 夫 外 1 名

補正の内容

(1) 明細書第 2 頁第 14 行に、
「肉厚の Zr 合金素管を」
とあるを、
「Zr 合金素管に」
に補正する。

(2) 明細書第 7 頁第 15 行に、
「 $g/α$ 」
とあるを、
「 $α/α$ 」
に補正する。

以 上

1. 事件の表示

特願平 2-212641 号

2. 発明の名称

耐応力腐食割れ性に優れたジルコニウム合金被覆管の製造法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区大手町一丁目 5 番 2 号

氏名(名称) (626) 三菱金属株式会社

代表者 永 野 健

4. 代理人

住所 東京都千代田区神田錦町一丁目 23 番地
宗保第二ビル 8 階

〒 101 電話 (03) 233-1676・1677

氏名 弁理士 (7667) 富 田 和 夫

(外 1 名)

5. 拒絶理由通知の日付

自 発

6. 補正の対象

明細書の「発明の詳細な説明」の欄

7. 補正の内容 別紙の通り

